

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-150898

(43)Date of publication of application : 23.05.2003

(51)Int.Cl.

G06K 7/10

G06K 1/12

G06T 7/60

(21)Application number : 2002-247682

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
<NTT>

(22)Date of filing : 27.08.2002

(72)Inventor : ENDO KATSUHIRO
KUROKAWA YOSHIAKI
UENO MASAHIRO
TANABE TAKANARI
YAMAMOTO MANABU

(30)Priority

Priority number : 2001258645

Priority date : 28.08.2001

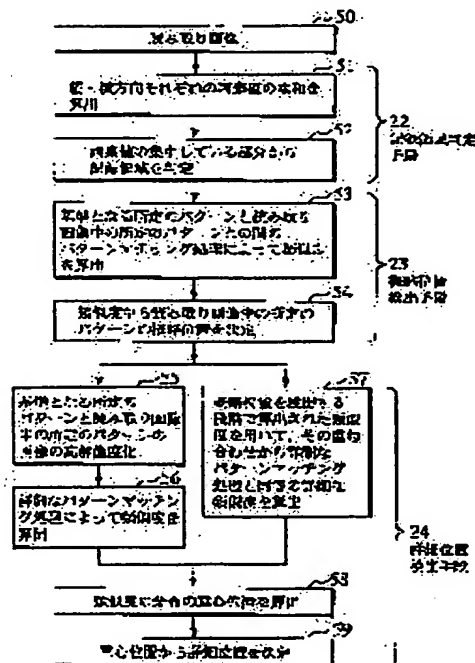
Priority country : JP

(54) METHOD FOR DETECTING PATTEN POSITION IN IMAGE, DEVICE, PROGRAM AND RECORDING MEDIUM RECORDED WITH PROGRAM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for detecting a pattern position in an image in recording and regeneration of a two-dimensional image of an information, a device, a program and a recording medium recorded with the program capable of efficiently memorizing the two-dimensional image having a large noise in which a memorizing and a regeneration is hardly carried out by a conventional method with a high density.

SOLUTION: A rough position of a predetermined pattern in an information record image is detected by a unit of a picture element size and a detail position of the predetermined pattern in the information record image is detected by a unit less than the picture element size based on the detected rough position and the center of gravity of a distribution of an analogy between an area in the information record image and a reference image of the predetermined pattern. Thus, a position of the predetermined pattern in the information record image including the predetermined pattern is detected.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

29.07.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-150898

(P2003-150898A)

(43) 公開日 平成15年5月23日 (2003.5.23)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-リ-ド [*] (参考)
G 0 6 K 7/10		G 0 6 K 7/10	P 5 B 0 7 2
			W 5 L 0 9 6
1/12		1/12	E
G 0 6 T 7/60	1 5 0	G 0 6 T 7/60	1 5 0 C

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2002-247682(P2002-247682)

(22) 出願日 平成14年8月27日 (2002.8.27)

(31) 優先権主張番号 特願2001-258645(P2001-258645)

(32) 優先日 平成13年8月28日 (2001.8.28)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 遠藤 勝博

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 黒川 義昭

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日

本電信電話株式会社内

(74) 代理人 100083806

弁理士 三好 秀和 (外1名)

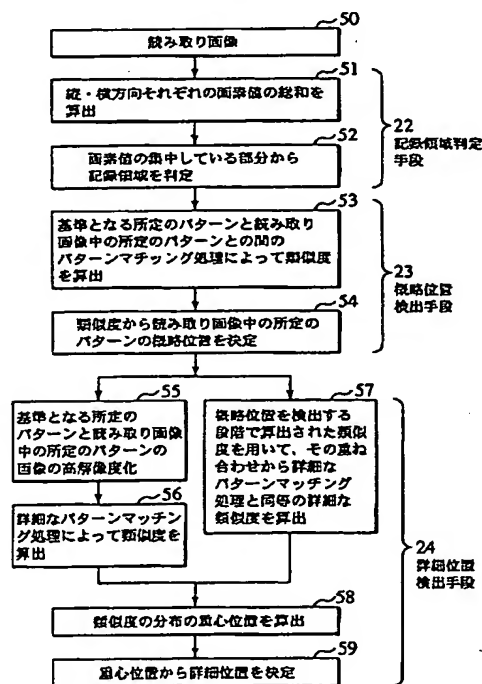
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像内パターン位置検出方法、装置、プログラムおよびプログラムが記録された記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 従来の手法では記憶および再生が難しいノイズの大きな2次元画像を、高密度に効率よく記憶することのできる情報の2次元画像記録・再生における画像内パターン位置検出方法、装置、プログラムおよびプログラムが記録された記録媒体を提供すること。

【解決手段】 画素サイズの単位で、情報記録画像中の所定のパターンの概略位置を検出し、検出した概略位置と、情報記録画像内の領域と所定のパターンの基準画像との間の類似度の分布の重心とに基づいて、画素サイズ未満の単位で、情報記録画像内における所定のパターンの詳細位置を検出することにより、所定のパターンを含んだ情報記録画像内における所定のパターンの位置を検出する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定のパターンを含んだ情報記録画像内における所定のパターンの位置を検出する方法であつて、

(a) 画素サイズの単位で、前記情報記録画像中の前記所定のパターンの概略位置を検出するステップと、

(b) 前記ステップ(a)で検出した概略位置と、前記情報記録画像内の領域と前記所定のパターンの基準画像との間の類似度の分布の重心とに基づいて、画素サイズ未満の単位で、前記情報記録画像内における前記所定のパターンの詳細位置を検出するステップと、
を有することを特徴とする画像内パターン位置検出方法。

【請求項2】 前記ステップ(a)は更に、

(a1) 前記情報記録画像内の領域と前記所定パターンの基準画像の間の概略類似度をパターンマッチング処理を行うことにより計算するステップと、

(a2) 前記ステップ(a1)で求めた概略類似度に基づいて、前記情報記録画像内における前記所定のパターンの概略位置を決定するステップと、
を有することを特徴とする請求項1記載の画像内パターン位置検出方法。

【請求項3】 前記ステップ(b)は更に、

(b1) 前記情報記録画像内の前記ステップ(a)で検出した概略位置周辺の領域と前記所定のパターンの基準画像の解像度を上げるステップと、

(b2) 前記ステップ(b1)で求めた上げられた解像度の前記情報記録画像内の領域と前記ステップ(b1)で求めた上げられた解像度の前記所定パターンの基準画像の間の詳細類似度を詳細パターンマッチング処理を行うことにより計算するステップと、

(b3) 前記ステップ(b2)で求めた詳細類似度の分布の重心位置を計算するステップと、

(b4) 前記ステップ(b3)で求めた重心位置に基づいて、前記情報記録画像内における前記所定のパターンの詳細位置を決定するステップと、
を有することを特徴とする請求項1記載の画像内パターン位置検出方法。

【請求項4】 前記ステップ(b)は更に、

(b11) 前記ステップ(a)でパターンマッチング処理を行うことで求められた概略類似度を用いて、前記情報記録画像内の領域と前記所定パターンの基準画像の間の詳細類似度を計算するステップと、

(b12) 前記ステップ(b11)で求めた詳細類似度の分布の重心位置を計算するステップと、

(b13) 前記ステップ(b12)で求めた重心位置に基づいて、前記情報記録画像内における前記所定のパターンの詳細位置を決定するステップと、
を有することを特徴とする請求項1記載の画像内パターン位置検出方法。

【請求項5】 前記ステップ(b11)は、前記概略類似度を画素サイズ未満の単位で線形補間することにより前記詳細類似度を計算することを特徴とする請求項4記載の画像内パターン位置検出方法。

【請求項6】 前記情報記録画像は読み取り画像に含まれており、前記読み取り画像中の前記情報記録画像の領域を判定するステップをさらに有することを特徴とする請求項1記載の画像内パターン位置検出方法。

10 【請求項7】 所定のパターンを含んだ情報記録画像内における所定のパターンの位置を検出する装置であつて、

画素サイズの単位で、前記情報記録画像中の前記所定のパターンの概略位置を検出する概略位置検出手段と、前記概略位置検出手段で検出した概略位置と、前記情報記録画像内の領域と前記所定のパターンの基準画像との間の類似度の分布の重心とに基づいて、画素サイズ未満の単位で、前記情報記録画像内における前記所定のパターンの詳細位置を検出する詳細位置検出手段と、
20 を有することを特徴とする画像内パターン位置検出装置。

【請求項8】 前記概略位置検出手段は更に、前記情報記録画像内の領域と前記所定パターンの基準画像の間の概略類似度をパターンマッチング処理を行うことにより計算する類似度計算手段と、前記類似度計算手段で求めた概略類似度に基づいて、前記情報記録画像内における前記所定のパターンの概略位置を決定する位置決定手段と、
30 を有することを特徴とする請求項7記載の画像内パターン位置検出装置。

【請求項9】 前記詳細位置検出手段は更に、前記情報記録画像内の前記概略位置検出手段で検出した概略位置周辺の領域と前記所定のパターンの基準画像の解像度を上げる高解像度化手段と、前記高解像度化手段で求めた上げられた解像度の前記情報記録画像内の領域と前記高解像度化手段で求めた上げられた解像度の前記所定パターンの基準画像の間の詳細類似度を詳細パターンマッチング処理を行うことにより計算する類似度計算手段と、

40 前記類似度計算手段で求めた詳細類似度の分布の重心位置を計算する重心計算手段と、前記重心計算手段で求めた重心位置に基づいて、前記情報記録画像内における前記所定のパターンの詳細位置を決定する位置決定手段と、
を有することを特徴とする請求項7記載の画像内パターン位置検出装置。

【請求項10】 前記詳細位置検出手段は更に、前記概略位置検出手段でパターンマッチング処理を行うことで求められた概略類似度を用いて、前記情報記録画像内の領域と前記所定パターンの基準画像の間の詳細類
50

似度を計算する類似度計算手段と、
前記類似度計算手段で求めた詳細類似度の分布の重心位置を計算する重心計算手段と、
前記重心計算手段で求めた重心位置に基づいて、前記情報記録画像内における前記所定のパターンの詳細位置を決定する位置決定手段と、
を有することを特徴とする請求項7記載の画像内パターン位置検出装置。

【請求項11】 前記類似度計算手段は、前記概略類似度を画素サイズ未満の単位で線形補間することにより前記詳細類似度を計算することを特徴とする請求項10記載の画像内パターン位置検出装置。

【請求項12】 前記情報記録画像は読み取り画像中に含まれており、
前記読み取り画像中の前記情報記録画像の領域を判定する領域判定手段をさらに有することを特徴とする請求項7記載の画像内パターン位置検出装置。

【請求項13】 前記請求項1～6のいずれかに記載の、画像内パターン位置検出方法をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項14】 前記請求項1～6のいずれかに記載の、画像内パターン位置検出方法をコンピュータに実行させるためのプログラムが記録された記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光学的な情報記録に利用される2次元画像記録・再生における画像内パターン位置検出方法、装置、プログラムおよびプログラムが記録された記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】 情報を2次元画像として記録し再生する方法に、2次元コードとして知られているQRコード（株式会社デンソーによって1994年に発表されたコードで日本工業規格（JIS X 0510）として認定されている。：Quick Response Code）や、データマトリクス（United Parcel Service社によって1980年代後半に発表されたコード。）がある。2次元コードとは、水平方向と垂直方向の2方向に情報を持たせることによって記録させる方法であって、1次元コード、例えばバーコードと比べると数十倍から数百倍の情報を記録できる特徴を持っている。

【0003】 2次元コードは、情報を切り出すための切り出しシンボルと各セルの位置と大きさを表すためのタイミングマークなどを持っている。従って、情報が記憶された2次元画像は、切り出しシンボル、タイミングマークおよび実際の記録情報からなる。情報の再生は、CCD（Charged Coupled Device）カメラなどの受光装置で画像を読み込み2値化画像に変換された後、切り出しシンボルとタイミングマーク

を検出し、画像上のどの画素が黒か白かを判定することにより行われる。

【0004】 QRコードは、データマトリクスとは切り出しシンボルの検出方法が異なっている。QRコードは3頂点に設けられた矩形の切り出しシンボルを持っており、この切り出しシンボルは特定のパルス信号が見知されるようなデザインとなっている。この方法により高速な切り出し位置検出を行っている。

【0005】 一方、データマトリクスは、切り出しシンボルがL型のガイドラインになっており、QRコードのようにパルス検出によりガイドラインを検出することができず、何らかのソフト処理が必要となっている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら上述したような従来技術においては以下のような解決すべき課題があった。

【0007】 上述した従来の技術において、一般的な2次元コードは黒か白を表現する1画素の大きさが、読み取り装置の1画素の大きさより遙かに大きくなっている。つまり、1画素を検出する場合に、読み取り装置の複数の画素で検出を行うので、白か黒を判断することが容易となり、ノイズなどによる検出エラーが少ないことになる。しかしながら、小さな範囲に大量の情報を記憶することが難しくなることから、記憶密度の上昇を望むのは難しかった。

【0008】 また、ホログラム画像のようなノイズの大きな2次元画像では、コントラストが悪く白と黒の中間色である灰色の部分が増え、白か黒かの判断が非常に難しくなり、QRコードのような特定のパルス信号を検出することが難しかった。

【0009】 また、読み取り装置の1画素単位でのデータの取り込み、および位置検出を行うため記録画像の画素と読み取り装置の画素間に画素ずれを起こした場合において、位置検出が画素単位でしか行えないため詳細な検出が難しく、正確な位置の検出も難しかった。

【0010】 本発明はこれらの課題に鑑みてなされたものであり、QRコードやデータマトリクスのような手法では記憶および再生が難しいノイズの大きな2次元画像を、高密度に効率よく記憶することのできる情報の2次元画像記録・再生における画像内パターン位置検出方法、装置、プログラムおよびプログラムが記録された記録媒体を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】 前記課題を解決するために、本発明は、所定のパターンを含んだ情報記録画像内における所定のパターンの位置を検出する方法であって、（a）画素サイズの単位で、前記情報記録画像中の前記所定のパターンの概略位置を検出するステップと、（b）前記ステップ（a）で検出した概略位置と、前記情報記録画像内の領域と前記所定のパターンの基準画像

との間の類似度の分布の重心とに基づいて、画素サイズ未満の単位で、前記情報記録画像内における前記所定のパターンの詳細位置を検出するステップと、を有することを特徴とする画像内パターン位置検出方法を提供する。

【0012】また、本発明では、前記ステップ(a)は更に、(a1)前記情報記録画像内の領域と前記所定パターンの基準画像の間の概略類似度をパターンマッチング処理を行うことにより計算するステップと、(a2)前記ステップ(a1)で求めた概略類似度に基づいて、前記情報記録画像内における前記所定のパターンの概略位置を決定するステップと、を有することを特徴とする。

【0013】また、本発明では、前記ステップ(b)は更に、(b1)前記情報記録画像内の前記ステップ(a)で検出した概略位置周辺の領域と前記所定のパターンの基準画像の解像度を上げるステップと、(b2)前記ステップ(b1)で求めた上げられた解像度の前記情報記録画像内の領域と前記ステップ(b1)で求めた上げられた解像度の前記所定パターンの基準画像の間の詳細類似度を詳細パターンマッチング処理を行うことにより計算するステップと、(b3)前記ステップ(b2)で求めた詳細類似度の分布の重心位置を計算するステップと、(b4)前記ステップ(b3)で求めた重心位置に基づいて、前記情報記録画像内における前記所定のパターンの詳細位置を決定するステップと、を有することを特徴とする。

【0014】また、本発明では、前記ステップ(b)は更に、(b11)前記ステップ(a)でパターンマッチング処理を行うことで求められた概略類似度を用いて、前記情報記録画像内の領域と前記所定パターンの基準画像の間の詳細類似度を計算するステップと、(b12)前記ステップ(b11)で求めた詳細類似度の分布の重心位置を計算するステップと、(b13)前記ステップ(b12)で求めた重心位置に基づいて、前記情報記録画像内における前記所定のパターンの詳細位置を決定するステップと、を有することを特徴とする。

【0015】また、本発明では、前記ステップ(b11)は、前記概略類似度を画素サイズ未満の単位で線形補間することにより前記詳細類似度を計算することを特徴とする。

【0016】また、本発明では、前記情報記録画像は読み取り画像中に含まれており、前記読み取り画像中の前記情報記録画像の領域を判定するステップをさらに有することを特徴とする。

【0017】さらに、本発明は、所定のパターンを含んだ情報記録画像内における所定のパターンの位置を検出する装置であって、画素サイズの単位で、前記情報記録画像中の前記所定のパターンの概略位置を検出する概略位置検出手段と、前記概略位置検出手段で検出した概略

位置と、前記情報記録画像内の領域と前記所定のパターンの基準画像との間の類似度の分布の重心とに基づいて、画素サイズ未満の単位で、前記情報記録画像内における前記所定のパターンの詳細位置を検出する詳細位置検出手段と、を有することを特徴とする画像内パターン位置検出装置を提供する。

【0018】また、本発明では、前記概略位置検出手段は更に、前記情報記録画像内の領域と前記所定パターンの基準画像の間の概略類似度をパターンマッチング処理を行うことにより計算する類似度計算手段と、前記類似度計算手段で求めた概略類似度に基づいて、前記情報記録画像内における前記所定のパターンの概略位置を決定する位置決定手段と、を有することを特徴とする。

【0019】また、本発明では、前記詳細位置検出手段は更に、前記情報記録画像内の前記概略位置検出手段で検出した概略位置周辺の領域と前記所定のパターンの基準画像の解像度を上げる高解像度化手段と、前記高解像度化手段で求めた上げられた解像度の前記情報記録画像内の領域と前記高解像度化手段で求めた上げられた解像度の前記所定パターンの基準画像の間の詳細類似度を詳細パターンマッチング処理を行うことにより計算する類似度計算手段と、前記類似度計算手段で求めた詳細類似度の分布の重心位置を計算する重心計算手段と、前記重心計算手段で求めた重心位置に基づいて、前記情報記録画像内における前記所定のパターンの詳細位置を決定する位置決定手段と、を有することを特徴とする。

【0020】また、本発明では、前記詳細位置検出手段は更に、前記概略位置検出手段でパターンマッチング処理を行うことで求められた概略類似度を用いて、前記情報記録画像内の領域と前記所定パターンの基準画像の間の詳細類似度を計算する類似度計算手段と、前記類似度計算手段で求めた詳細類似度の分布の重心位置を計算する重心計算手段と、前記重心計算手段で求めた重心位置に基づいて、前記情報記録画像内における前記所定のパターンの詳細位置を決定する位置決定手段と、を有することを特徴とする。

【0021】また、本発明では、前記類似度計算手段は、前記概略類似度を画素サイズ未満の単位で線形補間することにより前記詳細類似度を計算することを特徴とする。

【0022】また、本発明では、前記情報記録画像は読み取り画像中に含まれており、前記読み取り画像中の前記情報記録画像の領域を判定する領域判定手段をさらに有することを特徴とする。

【0023】さらに、本発明は、上述した画像内パターン位置検出方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを提供する。

【0024】さらに、本発明は、上述した画像内パターン位置検出方法をコンピュータに実行させるためのプログラムが記録された記録媒体を提供する。

【0025】

【発明の実施の形態】次に本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0026】図1は本発明の実施の形態の読み取り画像位置検出のための情報記録部10を示すブロック図である。情報記録部10は、位置決めパターン生成手段11と、位置決めパターン埋め込み手段12から構成される。

【0027】位置決めパターン生成手段11は、位置決めを行うために必要な所定のパターンを生成し、位置決めパターン埋め込み手段12は、位置決めパターン生成手段11により生成された所定のパターンを記録する情報13に埋め込み、記録画像14を作成する。

【0028】次に情報記録部10を構成する各手段の動作について詳細に説明する。

【0029】位置決めパターン生成手段11は、位置決めを行うために必要な所定のパターン（位置決めパターン）を生成する。図3は位置決めパターンの例を示す図である。今、ビット0を白（空白）、ビット1を黒（斜線）で表現するとき、位置決めパターン33は図3に示すように、中心から1（黒）、0（白）、1（黒）、0（白）のように構成されている。ここで「0」と「1」とを白と黒を用いて表現しているのは、意味のある値に対する意であり、理論を反転させても「0」と「255」のような値を用いることも本発明の技術範疇に含まれる。従って、中心から0、1、0、1と入れ替えても、ビット0を黒、ビット1を白と入れ替えてもよい。

【0030】また、図3に示す位置決めパターン34や位置決めパターン35のように1と0が連続する数を変えても良い。例えば位置決めパターン35では中心から1を表す画素数が2個、0を表す画素数が5個、1を表す画素数が3個、0を表す画素数が1個と表現している。その画素数は対象とする画像の大きさや記録・再生機構によって任意であり、ただあまり大きくすると、記録領域が減ってしまうことから、記録密度が減少することになる。位置決めパターン33のような小さな位置決めパターンであっても、後述する概略位置検出手段と詳細位置検出手段により位置検出が行えるため、位置検出精度と記録領域から位置決めパターンを決定する。

【0031】位置決めパターン埋め込み手段12は、記録する情報13に位置決めパターンを埋め込み、記録画像14を作成する。図4は、位置決めパターンの埋め込み例を示す図である。位置決めパターン41～44が、それぞれ角の位置検出を行うために、4つ角に埋め込まれている。記録する情報は情報記録領域45に記録される。位置決めパターン41～44と情報記録領域45の全体が実際の記録画像となる。また、位置決めパターンは、記録領域の大きさや形などにより、必要な個数、適当な位置に埋め込んでかまわない。

【0032】図2は本発明の実施の形態の読み取り画像

位置検出のための位置検出部20を示すブロック図である。位置検出部20は、記録領域判定手段22、概略位置検出手段23、詳細位置検出手段24から構成され、位置決めのための所定のパターンが埋め込まれた画像を読み取って得られた読み取り画像である画像21が入力され、詳細な位置座標25が出力される。

【0033】図5は位置検出部20の処理の流れを示すフローチャートである。取り込まれた読み取り画像50に対し、記録領域判定手段22が、画像の縦と横方向それぞれについて画素値の総和を計算し（ステップ51）、画素値の集中している部分を記録領域と判定して切り出す（ステップ52）。

【0034】次に概略位置検出手段23が、読み取り画像中の記録領域にある所定のパターンと、位置決めのために埋め込んでおいた基準となる所定のパターン（位置決めパターン）との間の類似度を計算し（ステップ53）、類似度の最も高い画素を読み取り画像中の所定のパターンの概略位置と決定する（ステップ54）。

【0035】次に、詳細位置検出手段24が、位置決めパターンと読み取り画像中の所定のパターンの画像について擬似的に解像度を上げ（ステップ55）、詳細なパターンマッチング処理を行って類似度を算出する（ステップ56）か、あるいは概略位置を検出する段階で算出された類似度とその重ね合わせから詳細なパターンマッチング処理と同等の類似度を算出する（ステップ57）。

【0036】そして、詳細位置検出手段24は、ステップ55、56で算出された類似度か、あるいはステップ57で算出された類似度を用いて、類似度分布の重心位置を計算し（ステップ58）、重心位置から読み取り画像にある所定のパターンの詳細な位置を決定する（ステップ59）。

【0037】次に位置検出部20を構成する各手段の動作について詳細に説明する。

【0038】記録領域判断手段22は、記録画像を取り込む読み取り装置などによって読み取った読み取り画像から、記録領域部分を検出しその領域を取り出す。図6は記録領域を検出する手順を示す図である。読み取り装置などによって読み取った読み取り画像61は、記録画像の記録領域64を含んでいる。記録領域判定手段22は、読み取り画像61から記録領域64を検出し切り出す。

【0039】まず、読み取り画像61の横軸方向を考える。横方向の各画素に対し、縦方向の全ての画素の画素値の総和62を求める。次に読み取り画像61の縦軸方向を考える。縦方向の各画素に対し、横方向の全ての画素の画素値の総和63を求める。横軸方向の画素値の総和62と縦軸方向の画素値の総和63が集中している部分を記録領域64であると判断し、その部分周辺の領域65を切り出す。

【0040】概略位置検出手段23は、記録領域判定手段22により切り出された画像に対し、位置決めのために埋め込んでおいた基準となる所定のパターン（位置決めパターン）を用いてパターンマッチング処理を行い、埋め込まれている各所定のパターンに対し最も類似度の高い位置を、所定のパターンの概略位置として検出する。図7はこのパターンマッチング処理を示す図である。画像71は読み取り画像中の記録領域にある所定のパターン付近を表しており、画像74は位置決めパターンを表している。

【0041】パターンマッチング処理では、記録領域のすべての画素、あるいは候補となり得る画素について位置決めパターン74との類似度を計算する。ここでは、パターンマッチング処理方法を2種類説明する。

【0042】記録領域画像71の画素72について位置決めパターン74との類似度を計算する場合、検出した位置を位置決めパターン74の中心画素75とする（検出したい位置は位置決めパターン74の中心である必要はない）と、記録領域画像71の画素72と位置決めパターン74の画素75を一致させ、記録領域画像71と位置決めパターン74の間でパターンマッチング処理を行う。

【0043】第1の方法では、記録領域画像71と位置決めパターン74の対応する画素の画素値の差を計算し、位置決めパターン74に相当する領域73内の全ての画素について求めた画素値の差の絶対値を足し合わせ、得られた値を画素72の類似度とする。もし、領域73と位置決めパターン74が完全に一致すれば、類似度は0となる。

【0044】第2の方法では、記録領域画像71と位置決めパターン74の対応する画素の画素値の積を計算し、位置決めパターン74に相当する領域73内の全ての画素について求めた画素値の積を足し合わせ、得られた値を画素72の類似度とする。この場合、類似度が一番大きい画素において、領域73と位置決めパターン74が最も一致していることになる。

【0045】次にパターンマッチング処理により求めた類似度を用いて、類似度が一番高い画素を検出し、その画素を読み取り画像中の所定のパターンの概略位置とする。

【0046】詳細位置検出手段24は、基準となる所定のパターン（位置決めパターン）と概略位置検出手段23によって検出された所定のパターンの画像に対し、擬似的に画像の解像度を上げ、詳細なパターンマッチング処理を行って類似度を算出するか、あるいは概略位置を検出する段階で算出された類似度とその重ね合わせから詳細なパターンマッチング処理と同等の類似度を算出する。そして、詳細位置検出手段24は、算出された類似度を用いて類似度分布の重心位置を計算し、重心位置から所定のパターンの詳細位置を決定する。

【0047】ここでは、詳細な類似度を算出する方法を2種類、重心位置の計算と詳細位置の決定と併せて説明する。

【0048】詳細な類似度を計算する第1の方法を説明する。まず、位置決めパターンの画像の解像度を擬似的に上げる。次に概略位置検出手段23によって検出された概略位置付近の画像の解像度を擬似的に上げる。解像度を上げる領域は、詳細な位置決め候補となる画素により規定する。図8は擬似的な高解像度化の手順を示す図である。今、高解像度化の対象として位置決めパターンの2掛ける2の画像領域を考える。各画素の解像度をn倍に上げる場合には、各画素をn掛けるnの部分領域に分割し、それらの部分領域に元の画素の画素値を割り当て新しい画素とする。このようにして、 $n=5$ の場合の画像82を、画像81を高解像度化して求めることができる。

【0049】同様に、記録領域画像の概略位置付近（詳細な位置決め対象となる領域）の解像度を上げる。

【0050】次に、高解像度化した記録領域画像に対し、高解像度化した位置決めパターンを用いて、概略位置検出手段23と同様のパターンマッチング処理を行い、得られた結果を高解像度後の類似度とする。

【0051】ここで、詳細な位置決め対象となる領域とは、概略位置を中心とした詳細位置検出の対象となる領域に対し、高解像度化した位置決めパターンを用いて類似度を計算するために必要な領域である。例えば、概略位置を中心として3掛ける3画素の領域から詳細な位置検出を行うのに、7掛ける7画素の位置決めパターンを用いる場合には、9掛ける9画素の領域が必要となる。

【0052】次に詳細な類似度を計算する第2の方法を説明する。この方法では、概略位置検出手段23によって算出した類似度を元に、擬似的にパターンマッチング処理の結果を算出する。

【0053】まず簡単のために、1次元の場合を考える。図9は、1次元の場合の処理を示す図である。ここで、位置決めパターンの画素数をm、各画素の値を G_i 、記録領域画像の対応する画素の値を X_i とする。位置決めパターンの各画素と記録領域画像の各画素の位置が一致しているとする、パターンマッチング処理の結果Fは、図10に示す式95のように表せる。

【0054】この位置から、位置決めパターンを $1/n$ 画素ずつ右へシフトさせたときのパターンマッチング処理の結果 F_s とFとの差分を考える。画像全体の結果は各画素ごとの結果の総和であるので、ある1画素についての結果 $F_{s'}$ を考える。記録領域画像91のその画素の値を X_j 、その画素の左隣の画素の値を X_k 、位置決めパターン92のその画素の値を G_j 、その画素の左隣の画素の値を G_k とする。以下では、概略類似度をパターンマッチング処理を第1の方法で行うことにより

計算した場合について、具体的な式を用いて説明する。左隣りの画素に対するパターンマッチング処理の結果 $F_{s'}$ は $|G_k - X_k|$ である。記録領域画像 93 に対し位置決めパターン 94 を右へ $1/n$ だけシフトさせたとき、パターンマッチング処理の結果は、位置決めパターンの画素 k の $1/n$ 部分だけが $|G_k - X_j|$ となり、その他の部分は変化しないため、図 10 に示す式 96 のように表せる。従って、シフト前の結果との差分 S は、図 10 に示す式 97 のように表せる。

【0055】位置決めパターンをさらに右へ $1/n$ だけシフトさせた時（合計で $2/n$ シフトした時）も、パターンマッチング処理の結果は、位置決めパターンの画素 k の $1/n$ 部分だけが新たに $|G_k - X_j|$ となり、その他の部分は変化しないため、図 10 に示す式 98 のように表せ、シフト前の結果との差分 S は図 10 に示す式 99 のように表せる。

【0056】この $2/n$ シフト後の差分 S は、 $1/n$ シフト後の差分 S と同じである。つまり、 $1/n$ 画素分ずつシフトさせたときの各画素毎のパターンマッチング処理の結果 $F_{s'}$ は等差数列を形成する。

【0057】画像全体の結果 F_s は各画素毎の結果 $F_{s'}$ の総和であるから、パターンマッチング処理全体での結果 F_s も同様に等差数列を形成する。そして、 n 回シフトさせた後の結果は隣の画素についての結果と完全に一致するので、これは記録領域画像と位置決めパターンが 1 画素右にずれている時のパターンマッチング処理の結果と一致する。

【0058】ある位置でのパターンマッチング処理の結果を $F(k)$ 、その右隣でのパターンマッチング処理の結果を $F(k+1)$ とすると、それらの間で x 回シフトさせたときのパターンマッチング処理の結果は、図 10 に示す式 100 のように表せる。但し、 x は $0 \leq x \leq n$ となる整数である。式 100 は、画素を高解像度化した後のパターンマッチング処理の結果、即ち、詳細類似度 F_s が、画素を高解像度化する前のパターンマッチング処理の結果、即ち概略類似度 F を線形補間したものであることを示している。

【0059】よって、高解像度化する前のパターンマッチング処理の結果を用いて、高解像度化後のパターンマッチング処理の結果を擬似的に得ることができる。これは左へのシフトと、上下へのシフトにおいても同様であり、2次元（左右方向と上下方向）にシフトする場合は、これら結果の重ね合わせで計算できる。以上では、パターンマッチング処理の第1の方法による結果を用いる場合を示したが、パターンマッチング処理の第2の方法による結果を用いる場合には、式 100 において、 $F(k)$ および $F(k+1)$ をパターンマッチング処理の第2の方法によって得られる類似度に置換すればよいことが全く同様の考え方によって導出される。

【0060】次に、2次元的にシフトする場合のパター

ンマッチング処理の結果を、図 8 に示したように解像度を上げると仮定した場合について説明する。ここで、記録領域画像の画素の座標を (k, l) とし、画素 (k, l) において概略位置検出手段 23 により算出された類似度を $F(k, l)$ とする。この類似度は、パターンマッチング処理の第1の方法、第2の方法のいずれによって得られたものであっても構わない。

【0061】また、高解像度化の倍率を n とし、座標 (k_x, l_y) を (k, l, x, y) として表現し、詳細なパターンマッチング処理の結果を $F_s(k, l, x, y)$ とする。なお、 x ($0 \leq x \leq n$)、 y ($0 \leq y \leq n$) は、画素のシフト量を表している。この場合、図 11 に示す式 101 の関係が成り立ち、高解像度化した画像の座標 (k, l) に当たる画素から横方向に x/n 画素、縦方向に y/n 画素だけシフトさせたときのパターンマッチング処理の結果、即ち高解像度化後の類似度は、図 11 に示す式 102 によって算出できる。式 102 は、2次元の場合においても1次元の場合と同様、画素を高解像度化した後のパターンマッチング処理の結果、即ち、詳細類似度 F_s が、画素を高解像度化する前のパターンマッチング処理の結果、即ち概略類似度 F を線形補間したものであることを示している。

【0062】ここで説明した詳細な類似度を計算する第2の方法は、第1の方法と同じ計算結果を得ることができ、さらに第1の方法に比べ圧倒的に計算量を減らすことができるため、処理の高速化に有利となる。

【0063】詳細な類似度を計算する第1の方法または第2の方法により、図 12 に示すような詳細な類似度の分布を表す類似度分布画像 111 が得られる。この類似度分布画像 111 は、概略類似度をパターンマッチング処理の第1の方法を行うことにより計算した場合の一例を示している。ここで実線 112 は元の画素の境界を表し、破線 113 は高解像度化した後の画素の境界を表す。図 12 は、高解像度化の倍率が $n=3$ の場合を示しており、類似度を表す画素値 114 を、黒を 0、白を 255 として 256 段階のグレースケールによって表している。すなわち、黒に最も近い画素が類似度の一番高い画素となっている。なお、概略類似度をパターンマッチング処理の第2の方法を行うことにより計算した場合には、黒および白が表す画素値の大小関係がこの例と逆になるだけで、以下の処理の考え方に変わりはない。実際に詳細位置検出を行うときは、類似度を画像化したり 256 段階のグレースケール化する必要はなく、類似度を数値として扱えばよい。

【0064】この例では、座標 $(P1x, P1y)$ の画素が類似度が一番高いとする。ここで、擬似的に画像の解像度を上げていることと、画像のノイズと、記録画像の画素と画像の読み取り装置の画素との間の画素ずれのため、座標 $(P1x, P1y)$ が求めたい正確な詳細位置であるとは言えない。そこで、類似度分布画像 111

から類似度の重心を求めることにより、真の記録位置を推定する。

【0065】具体的には、例えば図13に示す式121、122や、図14に示す式131、132、133でこれを行う。図13の場合、Aが類似度の高い画素の集合（詳細位置の候補の集合）、NがAに含まれる画素の数、 P_x が画素Pのx座標値、 P_y が画素Pのy座標値とする。そのとき、検出位置（ $P2_x$ 、 $P2_y$ ）は図13に示す式121、122によって計算できる。

【0066】また、図14の場合、Aが類似度の高い画素の集合、あるいは全画素集合、 $W(P)$ が画素Pの重み関数、 P_x と P_y がそれぞれ画素Pのx座標値とy座標値、MがAに含まれる画素の重み関数 $W(P)$ の総和とする。そのとき、検出位置（ $P2_x$ 、 $P2_y$ ）は図14に示す式131、132によって計算できる。この計算で用いる重み関数 $W(P)$ は、概略類似度をパターンマッチング処理の第1の方法を行うことで計算した場合には、例えば、高解像度化した画素Pの詳細類似度 $F_s(P)$ の補数とし、概略類似度をパターンマッチング処理の第2の方法を行うことにより計算した場合には、例

えば詳細類似度 $F_s(P)$ そのものとする。

【0067】最後に、図13または図14の式で得られた座標（ $P2_x$ 、 $P2_y$ ）を、読み取り画像中の所定の

パターンの詳細位置として検出する。

【0068】以上説明した本発明の実施の形態は、記録時に、記録したい情報の2次元画像に対し、中心から外側に向けて1、0、1というパターンを持った矩形領域画像を4つの頂点に配置し、位置検出の際は、記録領域を含む2次元画像に対し、縦方向と横方向のそれぞれについて、画像の画素値の総和を計算し、画素値の集中度合いから記録領域を判断し、その領域を取り出し、1、0、1なるパターンを持った位置決め情報画像によってパターンマッチングを行いおおよその記録位置を検出し、その位置付近に対し、画素数の拡大を行って詳細なパターンマッチング処理を行った後、マッチング結果の上位いくつかの候補の分布の重心から記録位置を計算し検出することを最も主要な特徴とする。

【0069】また、従来のQRコードにおいては、切り出しシンボルの特定のパルス信号が見知されていたのに対し、本発明においては、3段階のパターンマッチング処理によって記録位置の検出を行っている点を特徴とする。

【0070】また、パターンマッチング処理の方法において、その他のコードの位置検出法とは、段階的に処理を行い、候補の分布から記録位置を計算し、アナログ的に記録位置を検出する点が異なる。

【0071】記録する2次元画像には、位置検出用の位置決め情報画像が組み込まれており、これをパターンマッチング処理する事により位置検出を行うため、パルス信号を検出し位置検出を行う手法よりも、画像のノイズ

や歪みに強い位置検出が可能である。

【0072】また、段階的に詳細な検出を行うパターンマッチング処理と、検出位置の候補の分布の重心から最終的な検出位置を計算することにより、画像のノイズや歪みに強い、精度の高い位置検出が可能となる。

【0073】なお、以上説明した実施の形態は、本発明の理解を容易にするために記載されたものであって、本発明を限定するために記載されたものではない。したがって、上記の実施の形態に開示された各要素は、本発明の技術的範囲に属する全ての設計変更や均等物をも含む趣旨である。

【0074】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、情報を2次元画像によって記録した場合においてノイズが大きい場合や、記録密度を増加させるために位置決めのための画像が小さい場合に、その記録領域の位置を検出でき、また、記録画像と画像の読み取り装置の間で画素ずれを起こしていても、記録位置の候補となる画素の分布の重心から正確な記録位置を検出できる情報の2次元画像記録・再生における画像内パターン位置検出方法、装置、プログラムおよびプログラムが記録された記録媒体を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態において用いられる情報記録部を示すブロック図。

【図2】本発明の一実施形態において用いられる位置検出部を示すブロック図。

【図3】本発明の一実施形態において用いられる位置決めパターンの3つの例を示す図。

【図4】本発明の一実施形態において用いられる位置決めパターンが埋め込まれた記録画像の例を示す図。

【図5】図2の位置検出部による処理のフローチャート。

【図6】図2の位置検出部による、記録領域の検出の手順の例を説明する図。

【図7】図2の位置検出部による、パターンマッチング処理の例を説明する図。

【図8】図2の位置検出部による、擬似的に画像の解像度を上げる手順の例を説明する図。

【図9】本発明の一実施形態における詳細な類似度を計算する第2の方法を1次元の場合について説明する図。

【図10】本発明の一実施形態における詳細な類似度を計算する第2の方法で用いる式を1次元の場合について示す図。

【図11】本発明の一実施形態における詳細な類似度を計算する第2の方法で用いる式を2次元の場合について示す図。

【図12】本発明の一実施形態において図2の位置検出部により用いられる類似度分布の例を示す図。

【図13】本発明の一実施形態における類似度分布の重

心を計算する第1の方法で用いる式を示す図。

【図14】本発明の一実施形態における類似度分布の重心を計算する第2の方法で用いる式を示す図。

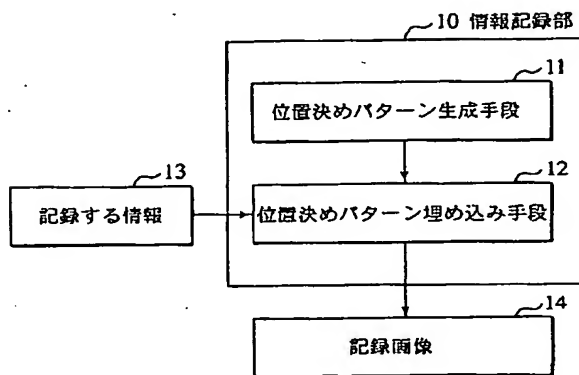
【符号の説明】

- 10…情報記録部
- 11…位置決めパターン生成手段
- 12…位置決めパターン埋め込み手段
- 13…記録する情報
- 14…記録画像
- 20…位置検出部

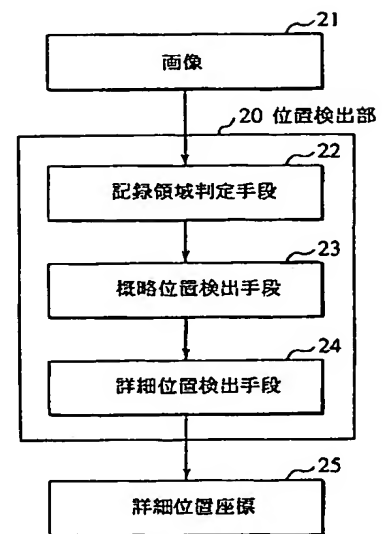
- 21…読み取り画像
- 22…記録領域判定手段
- 23…概略位置検出手段
- 24…詳細位置検出手段
- 25…詳細位置座標
- 33…位置決めパターンの例1
- 34…位置決めパターンの例2
- 35…位置決めパターンの例3
- 41～44…位置決めパターン
- 45…情報の記録領域

10

【図1】

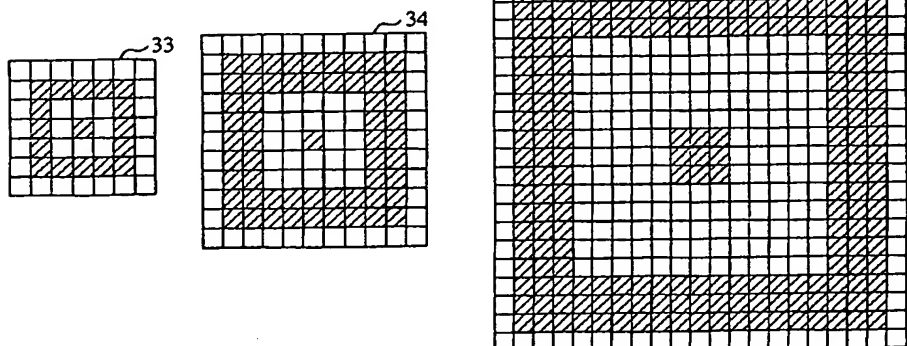


【図2】

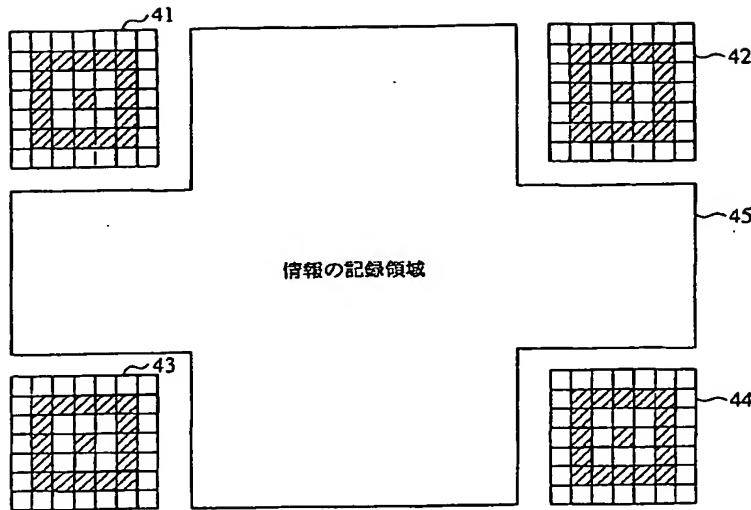


【図3】

□ : ビット"0"
 ▨ : ビット"1"



【図4】



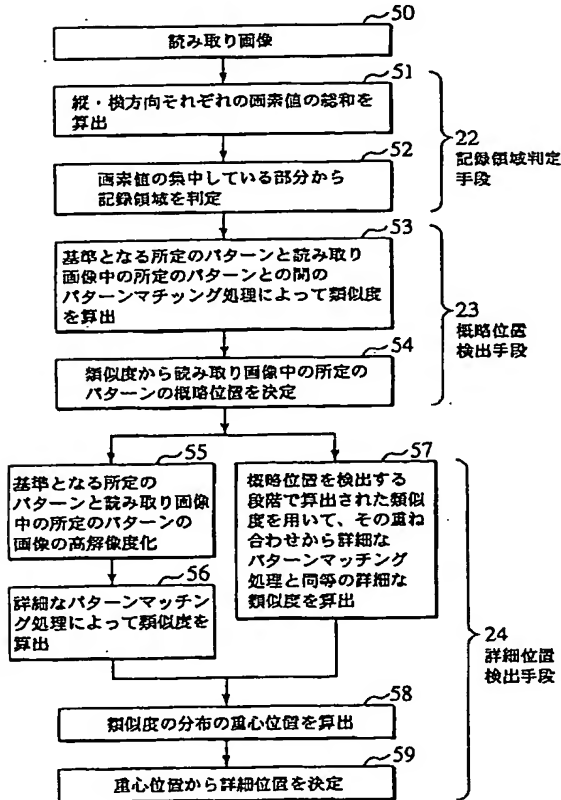
【図13】

A: 類似度が高い画素の集合
 N: 集合Aに含まれる画素の数
 P_x, P_y : それぞれ画素Pのx座標値とy座標値
 $P2x, P2y$: それぞれ詳細位置のx座標値とy座標値

$$P2x = \sum_A P_x / N \quad \sim 121$$

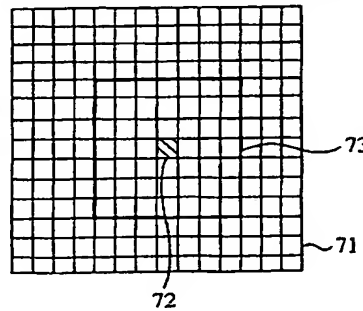
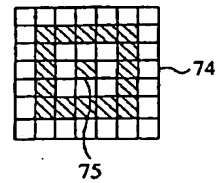
$$P2y = \sum_A P_y / N \quad \sim 122$$

【図5】



【図7】

読み取り画像中の所定パターンの付近

基準となる所定パターン
(位置決めパターン)

【図10】

$$F = \sum_{i=1}^m |G_i - X_i| \quad \sim 95$$

$$F_s' = \frac{(n-1) \times |G_k - X_k| + |G_k - X_j|}{n} \quad \sim 96$$

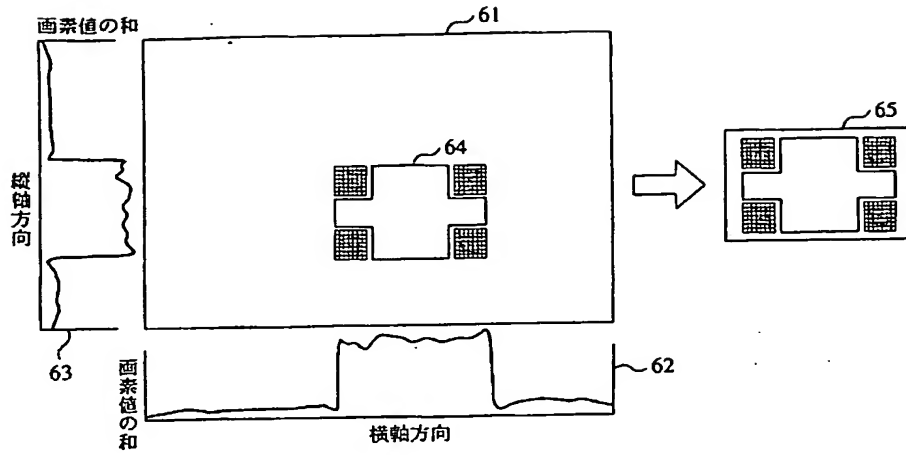
$$S = \frac{|G_k - X_j| - |G_k - X_k|}{n} \quad \sim 97$$

$$F_s' = \frac{(n-2) \times |G_k - X_k| + 2 \times |G_k - X_j|}{n} \quad \sim 98$$

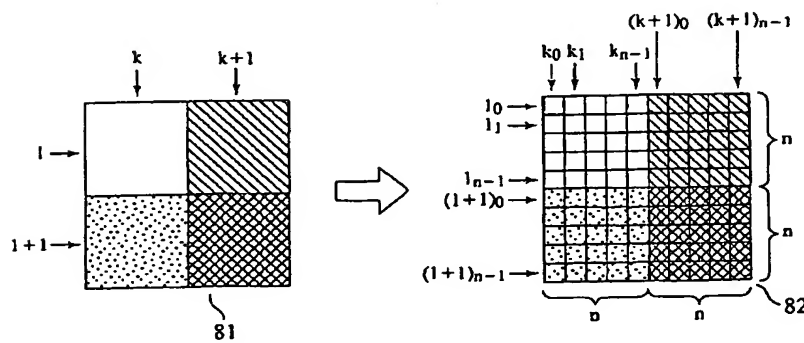
$$S = \frac{|G_k - X_j| - |G_k - X_k|}{n} \quad \sim 99$$

$$F_s = \frac{(n-x) \times F(k) + x \times F(k+1)}{n}, 0 \leq x \leq n \quad \sim 100$$

【図6】



【図8】



【図14】

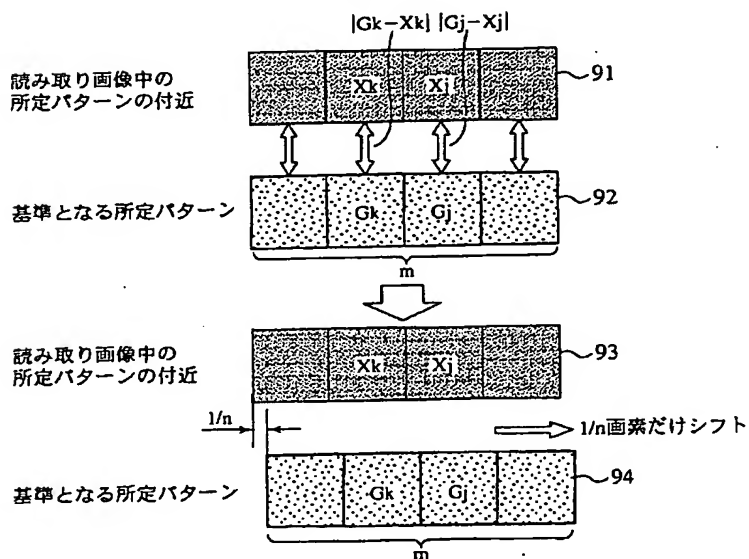
A: 類似度が高い画素の集合、あるいは全画素集合
 P_x, P_y : それぞれ画素Pのx座標値とy座標値
 $W(P)$: 画素Pの重み関数
 $P2x, P2y$: それぞれ詳細位置のX座標値とY座標値
 M : Aに含まれる画素の重み関数の総和

$$P2x = \sum_A (W(P) \times P_x) / M \quad \sim 131$$

$$P2y = \sum_A (W(P) \times P_y) / M \quad \sim 132$$

$$M = \sum_A W(P) \quad \sim 133$$

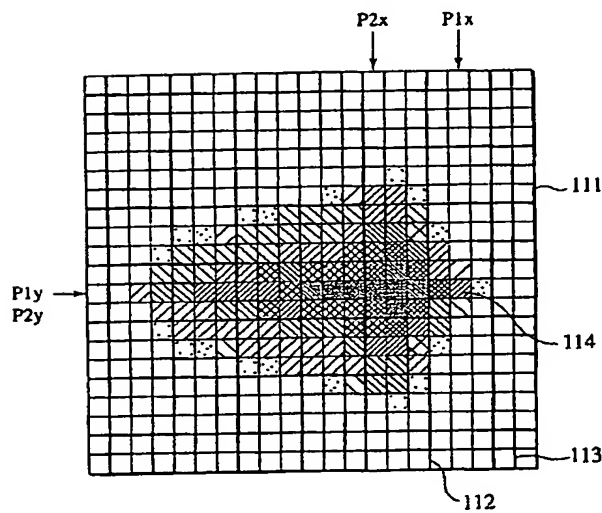
【図9】



【図11】

$$\begin{aligned}
 & \left. \begin{aligned}
 F_s(k, 1, 0, 0) &= F(k, 1), \\
 F_s(k, 1, n, 0) &= F(k+1, 1), \\
 F_s(k, 1, 0, n) &= F(k, 1+1), \\
 F_s(k, 1, n, n) &= F(k+1, 1+1).
 \end{aligned} \right\} 101 \\
 & F_s(k, 1, x, y) = \frac{(n-x)(n-y)F(k, 1) + x(n-y)F(k+1, 1) + y(n-x)F(k, 1+1) + xyF(k+1, 1+1)}{n^2} \quad 0 \leq x \leq n, 0 \leq y \leq n \quad \left. \vphantom{\frac{(n-x)(n-y)F(k, 1) + x(n-y)F(k+1, 1) + y(n-x)F(k, 1+1) + xyF(k+1, 1+1)}{n^2}} \right\} 102
 \end{aligned}$$

【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 上野 雅浩
 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
 本電信電話株式会社内

(72)発明者 田辺 隆也
 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
 本電信電話株式会社内

(72)発明者 山本 学
 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
 本電信電話株式会社内

Fターム(参考) 5B072 CC21 DD01 DD15 DD21
 5L096 BA18 FA60 FA69 HA07 JA03